

T E R R A

Unsere Erde und die Zerstörung der Umwelt

Ein Projekt zur Erdkunde
von Herbert Paukert
Homepage: www.paukert.at

(Version 7.1)

(1) Kontinente und Ozeane der Erde	- 03 -
(2) Einige wichtige Daten über die Erde	- 08 -
(3) Der Kreislauf der Energie	- 16 -
(4) Die Zerstörung der Umwelt	- 17 -
<i>Die Ozonbildung</i>	- 18 -
<i>Der saure Regen</i>	- 19 -
<i>Die Erderwärmung</i>	- 20 -
<i>Das Ozonloch</i>	- 21 -
<i>Die Pestizide</i>	- 22 -
<i>Die Schwermetalle</i>	- 24 -
<i>Die Waldrodung</i>	- 26 -
<i>Der Humusabbau</i>	- 27 -
<i>Der Plastikmüll</i>	- 28 -
<i>Die Ausbeutung</i>	- 29 -
(5) Die Erde als Ökosystem	- 30 -
(6) Verschiedene Nachträge	- 31 -

Im ersten Teil des vorliegenden Projektes werden wichtige geografische Daten unserer Erde vorgestellt.

Im zweiten Teil wird dann darüber berichtet, wie der Mensch seine Umwelt zerstört.

Über sieben Milliarden Menschen bewohnen die Erde und streben in ihrem Leben nach Glück und Wohlstand. Die materiellen Voraussetzungen dafür liefert ein Wirtschaftssystem, welches die Natur ausbeutet und zerstört. Immer mehr Abfälle und Schadstoffe der Industrialisierung verschmutzen und vergiften unsere Luft, unser Wasser und unseren Erdboden.

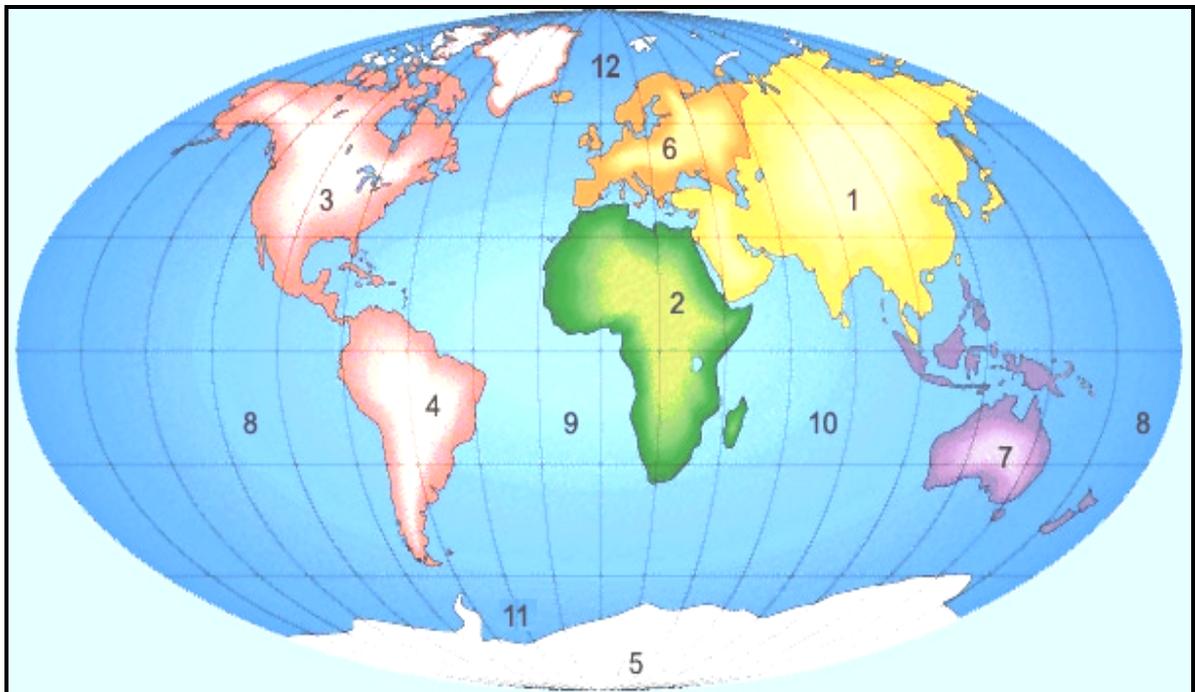


Aussagen des deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst (2018):

Im Weltall sei ihm klargeworden, wie sehr der Mensch die Erde bestimmt. Als Beispiel nannte er das nächtliche Lichtermeer in Europa. Auch sei es erschreckend zu sehen, wie viele Schadstoffe die Menschen weltweit in die Luft schleudern und wie stark sie die Wälder in der Amazonasregion abholzen. Man sehe tatsächlich auch Kriege von oben. Man könne Raketen beim Fliegen betrachten und wisse dabei, dass dann Menschen sterben.

„Es ist eindrucksvoll und erschreckend, wie zerbrechlich unsere Erde ist.“

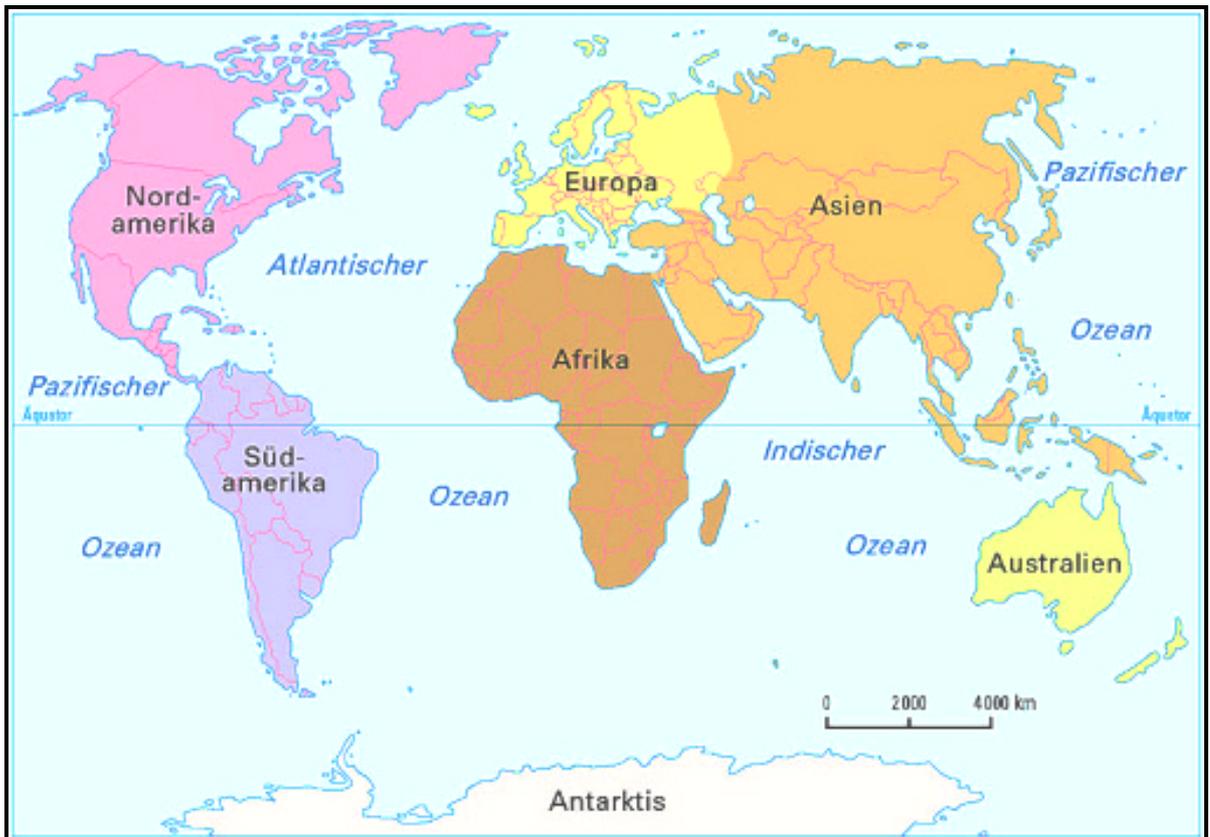
(1) Kontinente und Ozeane der Erde



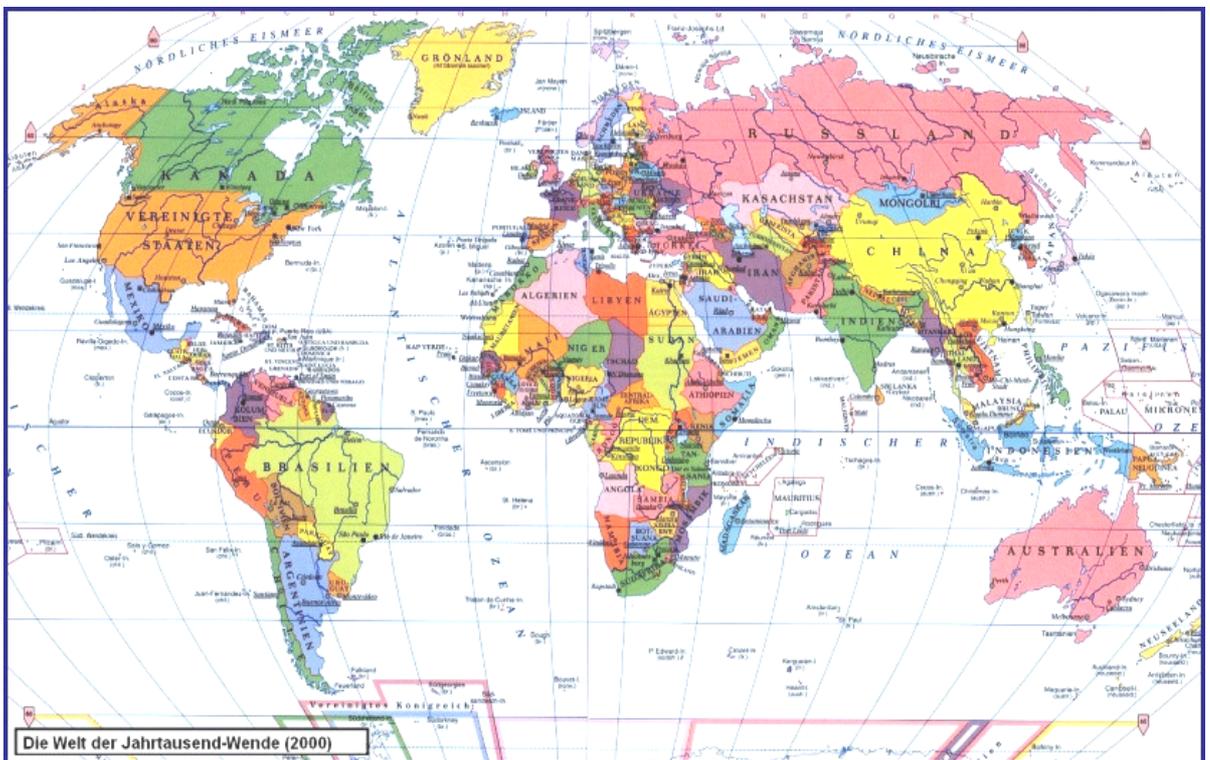
Asien (1)	: 44.4 Mio km ² - 4437 Mio Ew (*)
Afrika (2)	: 30.3 Mio km ² - 1203 Mio Ew (*)
Nordamerika (3)	: 24.9 Mio km ² - 576 Mio Ew (*)
Südamerika (4)	: 17.8 Mio km ² - 421 Mio Ew (*)
Antarktis (5)	: 13.2 Mio km ² - 0.0001 Mio Ew (*)
Europa (6)	: 10.5 Mio km ² - 740 Mio Ew (*)
Australien (7)	: 8.5 Mio km ² - 35 Mio Ew (*)

(*) Einwohner im Jahr 2016
Gesamte Erde: 7412 Mio Ew

Pazifischer Ozean (8)	: 166 Mio km ²
Atlantischer Ozean (9)	: 84 Mio km ²
Indischer Ozean (10)	: 73 Mio km ²
Antarktischer Ozean (11)	: 20 Mio km ²
Arktischer Ozean (12)	: 12 Mio km ²
Meere, Seen und Flüsse	: 5 Mio km ²



Kontinente und Ozeane



Die Länder der Erde



Europa



Afrika



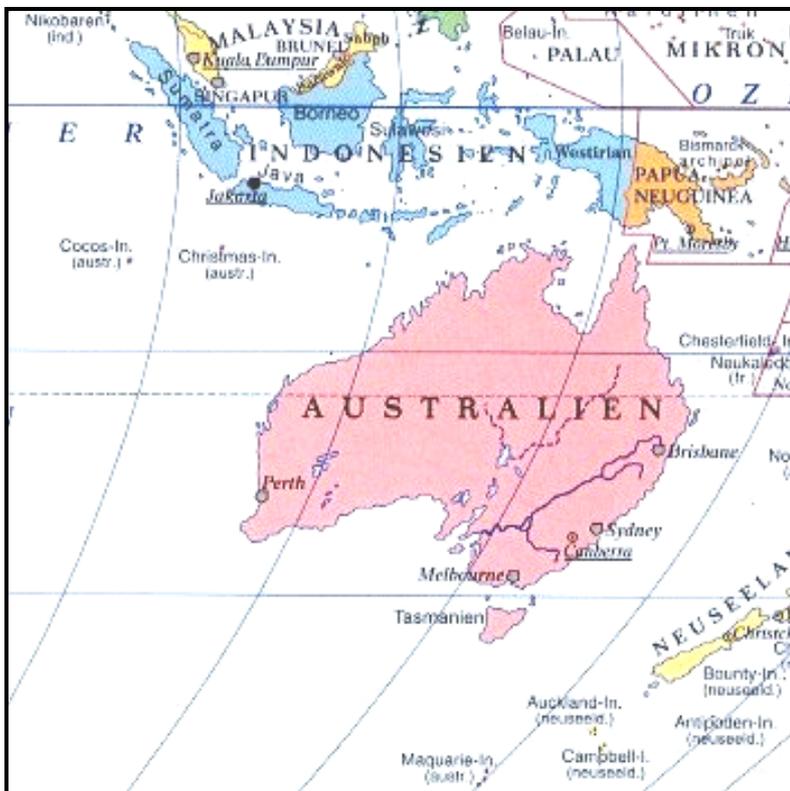
Nordamerika



Südamerika



Asien



Australien

(2) Einige Daten über die Erde



Die Erde ist annähernd eine Kugel mit dem Radius $r = 6371$ km.
Für die Kugeloberfläche gilt die Formel: $O = 4 * \pi * r^2$.

Erdoberfläche : 510 Mio km² = 100 %

Landfläche : 150 Mio km² = 29 %

Wasserfläche : 360 Mio km² = 71 %

• **Erdmasse und Lufthülle:**

In der Physik wird die Masse der Erde mit **$M = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$** ermittelt. Für das Kugelvolumen gilt die Formel $V = \frac{4}{3} \pi r^3$, wobei der mittlere Radius der Erdkugel $r = 6371 \text{ km}$ beträgt. Für die mittlere Dichte der Erdmasse gilt $d = M / V$. Durch Ausrechnung erhält man dann eine Dichte von **$d = 5.5 \text{ g/cm}^3$** . Zum Vergleich: Die Dichte von Wasser (H_2O) beträgt **1 g/cm^3** .

Wichtige chemische Elemente in der Erde sind Eisen (Fe), Silizium (Si), Kohlenstoff (C), Magnesium (Mg), Nickel (Ni), Schwefel (S), Kalzium (Ca), Natrium (Na), . . .

Unsere Erdkugel ist umhüllt von einer gasförmigen Lufthülle (**Atmosphäre**). Sie besteht zu 78% aus Stickstoff (N) und zu 21% aus Sauerstoff (O). Der Rest sind Wasserstoff (H), Wasserdampf (H_2O), Edelgase, . . .

• **Die längsten Flüsse:**

- (1) Nil (Afrika) - 6650 km
- (2) Amazonas (Südamerika) - 6430 km
- (3) Jangtsekiang (Asien) - 6380 km

• **Die größten Meerestiefen:**

Die tiefsten Stellen des Meeresboden liegen im Pazifik im Marianengraben etwa 11 000 m unter dem Meeresspiegel.

• **Die höchsten Berge:**

- (1) Mount Everest im Himalaya (Nepal) - 8848 m
- (2) K2 im Karakorum (Pakistan) - 8611 m
- (3) Kangchendzönga im Himalaya (Nepal) - 8586 m

• **Die größten Wüsten:**

- (1) Die Eiswüste der Antarktis - 13.2 Mio km²
- (2) Die Sandwüste der Sahara in Nordafrika - 8.7 Mio km²
- (3) Die Eiswüste von Grönland - 2.2 Mio km²

• Die extremsten Temperaturen:

Die tiefsten Lufttemperaturen von -89.2° wurden am 21.7.1983 in Wostok (Antarktis) gemessen.

Die höchsten Lufttemperaturen von $+56.7^{\circ}$ wurden am 10.7.1913 in Death Valley (USA) gemessen.

• Die flächengrößten Länder:

- (1) Russland in Europa/Asien - 17 Mio km²
- (2) Kanada in Nordamerika - 9.9 Mio km²
- (3) USA in Nordamerika - 9.8 Mio km²

**• Die einwohnerstärksten Länder:
(Gesamte Erde, 2016 - 7412 Mio Ew)**

- (1) Volksrepublik China (Asien, 2016) - 1386 Mio Ew
- (2) Indien (Asien, 2016) - 1329 Mio Ew
- (3) USA (Nordamerika, 2016) - 324 Mio Ew

• Die größten Städte (Großraum):

- (1) Tokio (Japan, 2018) - ca. 38 Mio Ew
- (2) Jakarta (Indonesien, 2018) - ca. 32 Mio Ew
- (3) Delhi (Indien, 2018) - 27 Mio Ew

• Die meist gesprochenen Sprachen:

- (1) Englisch (England, USA, Kanada, Australien, Südafrika, . . .)
- (2) Chinesisch (China)
- (3) Hindi (Indien)

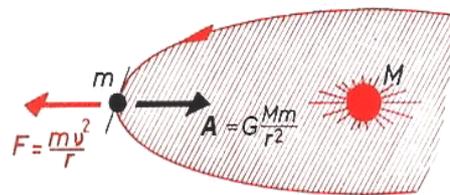
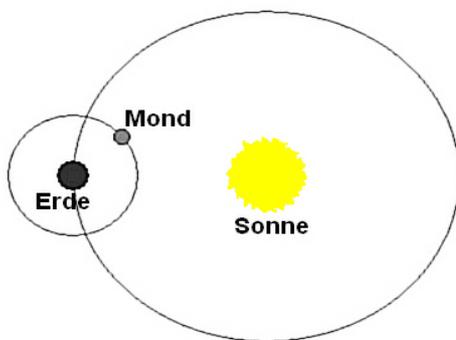
• Die Religionen der Welt:

- (1) Christentum (Europa, Nord- und Südamerika, . . .)
- (2) Islam (Europa, Asien, Nordafrika, Indonesien, . . .)
- (3) Hinduismus (Indien, Bali, Nepal, . . .)

• **Das Planetensystem**

Die Erde ist ein Planet in einem System mit neun Planeten, in dessen Mittelpunkt sich die Sonne befindet. Die Planeten bewegen sich um die Sonne auf stabilen, kreisähnlichen Bahnen, auf denen die Massenanziehung (**A**, Planet – Sonne) und die Fliehkraft (**F**) immer im Gleichgewicht sind. Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist 150 Millionen km. Für diesen Weg braucht das Licht 8.33 Minuten. (Die Lichtgeschwindigkeit beträgt dabei 300 000 km/sec).

In genau einem Jahr (365 Tage) kreist die Erde einmal um die Sonne. Die Erde selbst dreht sich einmal in 24 Stunden um ihre eigene Achse. So entsteht der Tag/Nacht-Zyklus. Die Entfernungen in der Grafik entsprechen nicht der Realität.

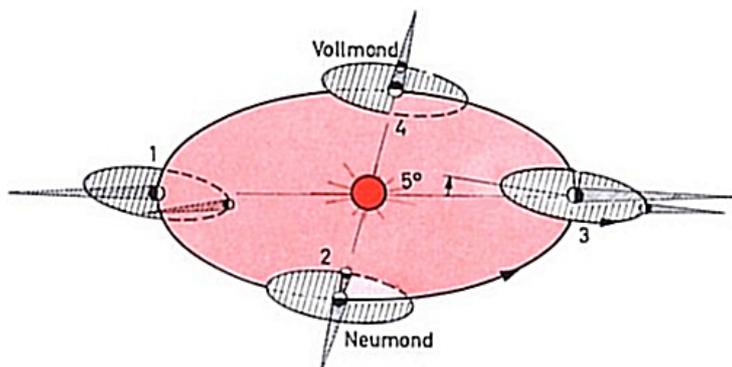


*A = Massenanziehung, F = Fliehkraft
m = Erdmasse, M = Sonnenmasse,
r = Entfernung von Erde und Sonne,
v = Bahngeschwindigkeit der Erde,
G = Gravitationskonstante.*

In jedem Bahnpunkt des Planeten gilt die Grundgleichung: **A = F**. Wächst die kinetische Energie des Planeten aus irgendeinem Grund, dann wird die Planetenbahn zu einer Ellipse und weiter dann zu einer Parabel und schließlich zu einer Hyperbel. In den zwei letzten Fällen würde der Planet das Sonnensystem verlassen.

• **Die Umlaufbahn des Mondes**

Der Mond kreist in genau 27.3 Tagen (in ungefähr einem Monat) einmal um die Erde. Dabei ist die Mondbahn zur Erdbahn um einen Winkel von **5 Grad** geneigt.



Steht der Mond genau in der Verbindungslinie von Sonne und Erde **vor** der Erde, dann fällt der Mondschaten auf die Erde. Es herrscht eine **Sonnenfinsternis**. Steht er hingegen **hinter** der Erde, dann fällt der Erdschaten auf den Mond. Dann herrscht eine **Mondfinsternis**.

Innerhalb eines Monats durchläuft der Mond vier unterschiedliche Phasen aufgrund unterschiedlicher Beleuchtung durch die Sonne: Neumond - zunehmender Mond - Vollmond - abnehmender Mond.

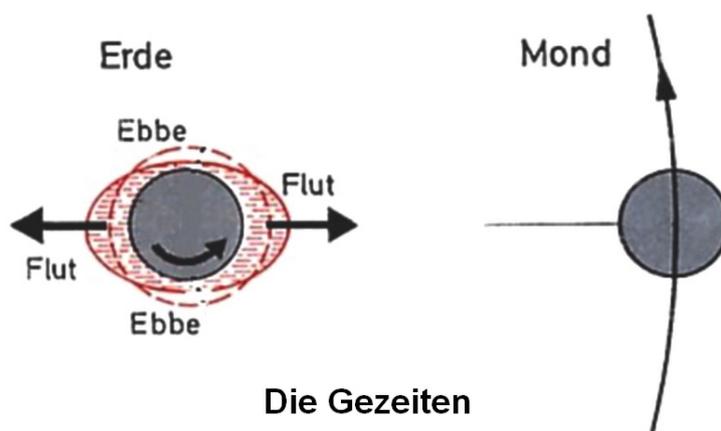
• **Die Wirkung des Mondes**

Unser Mond ist auch verantwortlich für die Entstehung der **Gezeiten** (d.h. Flut und Ebbe). Die Anziehungskraft der Mondmasse bewirkt auf der mondzugewandten Erdseite, dass der bewegliche Wassermantel des Meeres nach Außen zum Mond gedrängt wird. Der Wasserspiegel hebt sich. Es herrscht **Flut**.

Weil die Massenanziehungskraft (Gravitation) mit der Entfernung abnimmt, wirkt sie auf der mondabgewandten Erdseite weniger stark. Die jetzt überwiegende Fliehkraft der Erdrotation treibt das Wasser auch hier nach Außen. Der Wasserspiegel hebt sich. Es herrscht **Flut**.

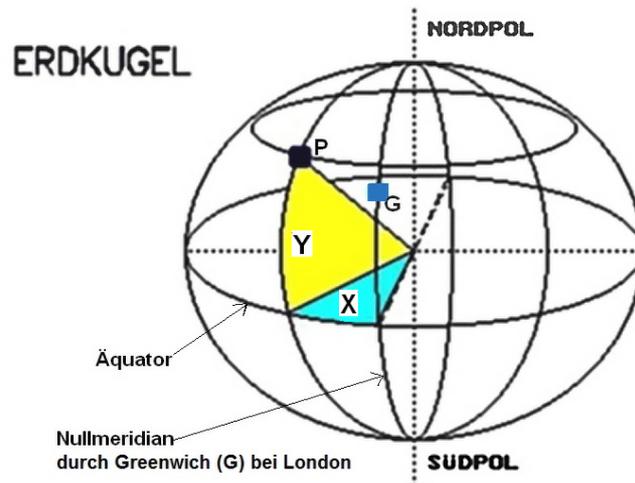
In jenen zwei Erdgebieten, die zwischen der mondzugewandten und der mondabgewandten Erdseite liegen, herrscht durch die unverteilt Wasseremengen **Ebbe**. Der Wasserspiegel senkt sich. Innerhalb eines Tages ist daher die Gezeiten-Dauer 6 Stunden.

Die Wirkung des Mondes



• Die Koordinaten auf der Erdkugel

Geografische Länge (X) und Breite (Y)
eines Punktes P auf der Erdoberfläche



Die großen Kreise durch die Pole heißen **Längengrade** (Meridiane). Der so genannte **Nullmeridian** geht durch den Ort **Greenwich** (G), welcher bei **London** liegt und welchem die geografische Länge $X = 0^\circ$ zugeordnet ist. Die Längengrade liegen östlich (E) oder westlich (W) vom Nullmeridian.

Der **Äquator** ist der größte Kreis auf der Erdkugel, welcher senkrecht zur Erdachse zwischen den Polen liegt und welchem die geografische Breite $Y = 0^\circ$ zugeordnet ist. Alle zum Äquator parallelen Kreise heißen **Breitenkreise**, die nördlich (N) oder südlich (S) vom Äquator liegen.

Der Winkel auf dem Äquator zwischen dem Nullmeridian und dem Längengrad eines Ortes P ist die **geografische Länge** (X) des Ortes. Der Winkel auf dem Längengrad zwischen dem Äquator und einem Ort P ist die **geografische Breite** (Y) des Ortes.

Der Ort P auf der Erde hat eine nördliche Breite von $Y = 60^\circ$ und eine westliche Länge von $X = 30^\circ$. Man schreibt dann $P(60^\circ N/30^\circ W)$.

Einige Ortsbeispiele: Greenwich ($50^\circ N/0^\circ$), Wien ($48^\circ N/16^\circ E$), Kapstadt ($34^\circ S/18^\circ E$), Sydney ($34^\circ S/151^\circ E$), New York ($41^\circ N/74^\circ W$).

Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um ihre Achse. Dabei wird ein Winkel von 360° überstrichen. Also werden in einer Stunde genau 15 Längengrade ($\frac{360}{24}$) überstrichen, d.h. nach 15° westlicher Länge erfolgt der so genannte Sonnenaufgang immer um eine Stunde später. Das ist beispielsweise ungefähr zwischen London und Wien der Fall. Die Längendifferenz zwischen New York und Wien ist $74^\circ + 16^\circ = 90^\circ$. Die Sonne geht in New York um 6 Stunden ($\frac{90}{15}$) später auf als in Wien.

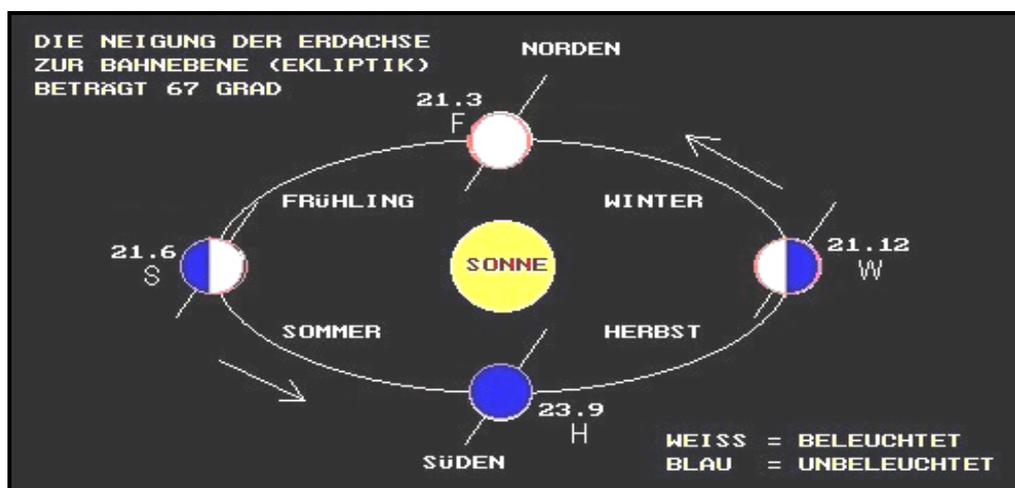
Die gesamte Erde wird nun in 24 gleichlange **Zeit-Zonen** eingeteilt, innerhalb derer die **gleiche Uhrzeit** gilt, und zwischen denen dann immer ein Zeitsprung von **einer Stunde** erfolgt.

Die Abbildung zeigt Wien (48°N/16°E) und New York (41°N/74°W) im **Gradnetz der Erde**. Die **Zeit-Zone** um Wien, innerhalb derer für alle dort liegenden Orte die gleiche Uhrzeit des Längengrades 15°E gilt, erstreckt sich ideal zwischen den Längengraden 22.5°E bis 7.5°E. Sie wird als **Mitteleuropäische Zeit (MEZ)** bezeichnet. Real gilt in einem Land jedoch immer nur eine Uhrzeit. Im Westen anschließend an MEZ liegt die Zeit-Zone des Nullmeridians (**Greenwich Mean Time, GMT**).



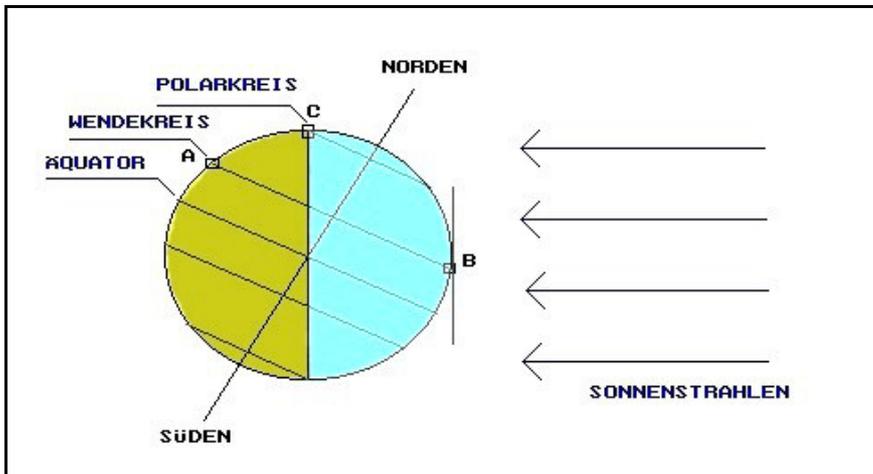
• Die vier Jahreszeiten

Die Achse der Erde ist zur ihrer Bahnebene um **67 Grad** geneigt. Dadurch ist die Wirkung der Sonnenstrahlung auf die Erdfächen zu den vier verschiedenen **Jahreszeiten** auch verschieden stark, weil der **Einfallswinkel** der Sonnenstrahlen verschieden groß ist.



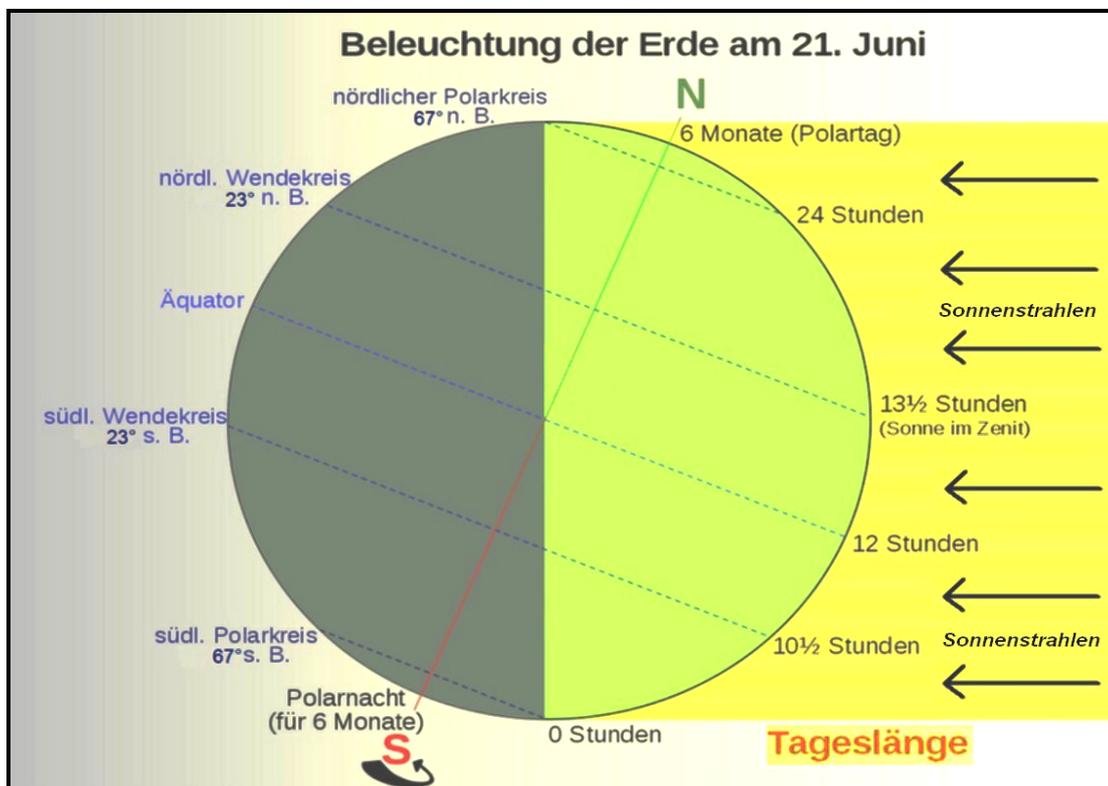
In der Grafik beziehen sich Sommer (S), Herbst (H), Winter (W) und Frühling (F) auf die nördliche Halbkugel.

Drei besondere Breitenkreise: Äquator - Wendekreis - Polarkreis.



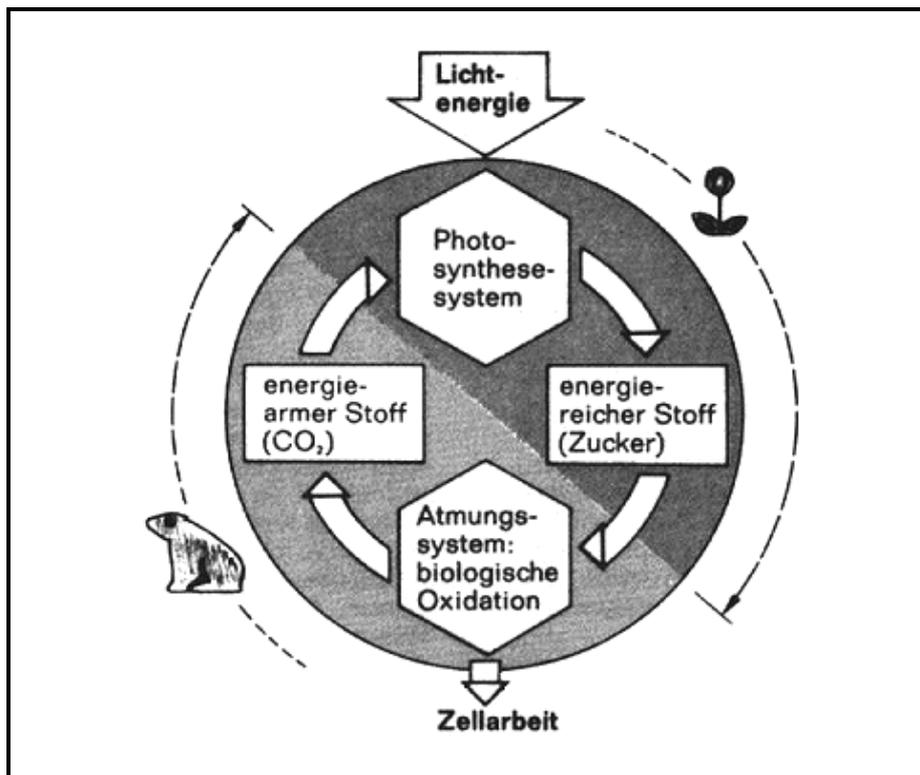
Im **nördlichen Wendekreis** erreicht am **21. Juni** zu Mittag die Sonne ihren höchsten Stand (Zenit), im südlichen Wendekreis am 21. Dezember. Dann ist der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen genau 90 Grad (Punkt B). Diese beiden Tage heißen auch so genannte **Sonnenwendetage** an denen sich die Sonneneinstrahlung in Dauer und Intensität umstellt.

Außerhalb des **Polarkreises** ist im Sommer immer Tag (Polartag) und im Winter immer Nacht (Polarnacht).



(3) Der Kreislauf der Energie

Die Sonne ist die wichtigste **Energiequelle** für alles Leben auf unserer Erde. Durch die unter Lichtenergie in den Pflanzen ablaufende **Photosynthese** wird aus Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) der Zucker (C₆H₁₂O₆) gewonnen, und auch Sauerstoff (O₂) freigesetzt. Zur Lichtabsorption ist dabei der grüne Blattfarbstoff (Chlorophyll) unentbehrlich. Die Photosynthese besteht aus einer Abfolge komplizierter chemischer Reaktionen, die unter Mitwirkung mehrerer Katalysatoren abläuft ($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Energie} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$).



Mit der Nahrungsaufnahme gelangt der Zucker in den tierischen Organismus. Mit dem Atemsystem erfolgt die Übertragung des Sauerstoffs aus der Luft in das Blut. In den Zellen der Tiere wird der Zucker mit Hilfe von Sauerstoff verbrannt (**biologische Oxidation**: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \Rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Energie}$).

Die dabei freiwerdende Energie wird in den so genannten ATP-Molekülen (Adenosintriphosphat) gespeichert und von diesen auch wieder abgegeben und für die verschiedenen Arbeiten der Zellen verwendet (Nervenerregung, Muskelkontraktion, Stoffsynthesen, Stofftransport, Zellteilungen, usw.).

Als Endprodukte des Stoffwechsels der Zellen werden wiederum Wasser und Kohlendioxid und einfache Stickstoffverbindungen in die Natur ausgeschieden, und der Energiekreislauf kann von neuem mit der **Photosynthese** beginnen.

(4) Die Zerstörung der Umwelt



Schädliche Produkte aus Industrie, Verkehr und auch Haushalten sind die gasförmigen Kohlenoxide (CO , CO_2), Stickoxide (NO , NO_2) und das Schwefeldioxid (SO_2) als Endprodukte der Energiegewinnung durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen (Kohle, Erdöl, Erdgas).

CO = Kohlenstoffmonoxid, CO_2 = Kohlenstoffdioxid,
 NO = Stickstoffmonoxid, NO_2 = Stickstoffdioxid.
 SO_2 = Schwefeldioxid.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) werden als Treibgase in Spraydosen und als Kältemittel in Kühlgeräten verwendet. Durch diese Stoffe in der Luft wird unsere Umwelt messbar geschädigt (Ozonloch).

Pestizide sind chemische Stoffe, welche in der Landwirtschaft als "Pflanzenschutzmittel" zur Bekämpfung von bestimmten Schädlingen (Insekten, Pilze, usw.) eingesetzt werden. Ihre giftigen Rückstände belasten unsere Lebensmittel.

Schwermetalle befinden sich in vielen Werkstoffen in Industrie und Haushalt und auch in Autoabgasen. Sind sie einmal im menschlichen Körper, dann verursachen sie unterschiedliche Erkrankungen.

Plastik-Müll aus Verpackungen kann nur sehr schwer abgebaut werden und vergiftet als langlebiges "Mikroplastik" unsere Umwelt.

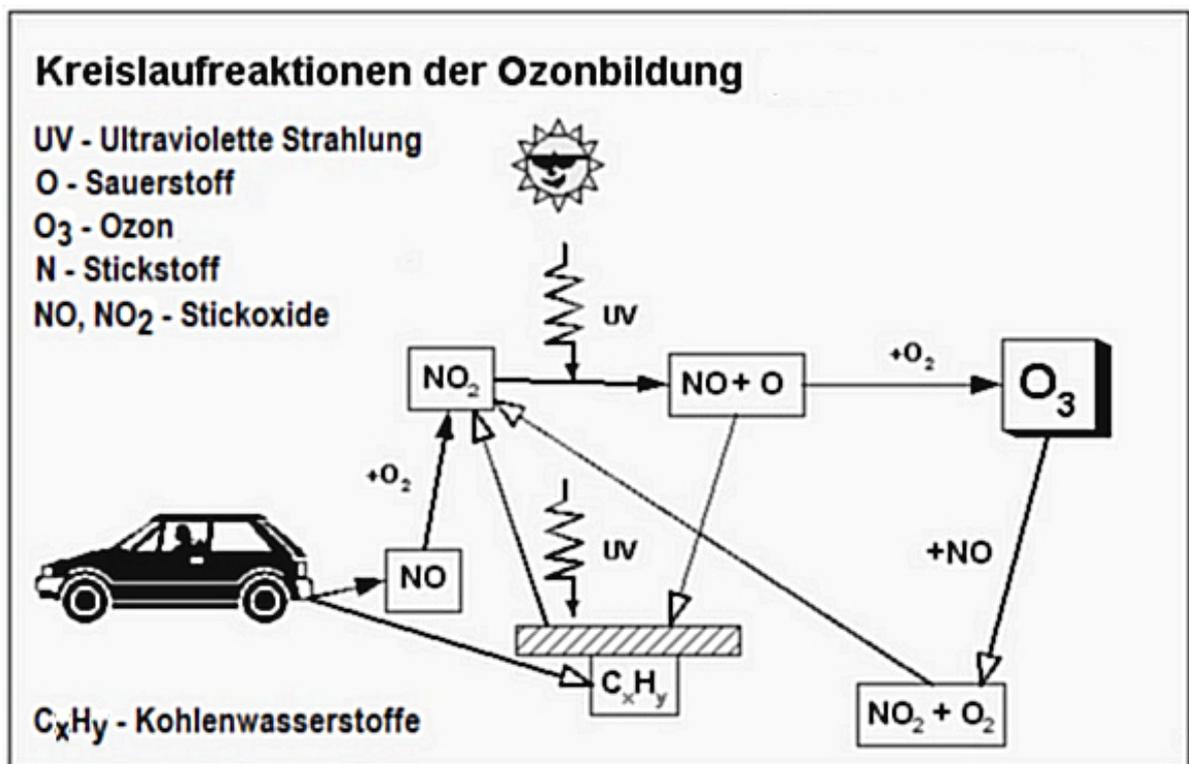
Waldrodung und Humusabbau. Zur Gewinnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen wird der Wald gerodet, und durch die verstärkte Düngung des Bodens kommt es zusätzlich zum Abbau des Humus.

Die Ozonbildung

Stickoxide werden hauptsächlich durch Industrie und Verkehr erzeugt.

Die **Stickoxide** (NO, NO₂) sind an der Bildung von **Ozon** (O₃) an der Erdoberfläche beteiligt. Die Bildung von bodennahem Ozon ist ein photochemischer Prozess, bei dem unter starker Sonneneinstrahlung aus Stickstoffdioxid und Sauerstoff in der Luft Ozon gebildet wird (NO₂ + O₂ + Energie = NO + O₃).

In umgekehrter Weise wird das Ozon auch natürlich abgebaut, was hauptsächlich über feuchtem Erdboden geschieht.



Das Stickstoffmonoxid (NO) kann unter Mitwirkung von Kohlenwasserstoffen (C_xH_y) zu Stickstoffdioxid (NO₂) oxidiert werden. Die Kohlenwasserstoffe entstehen u.a. bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen.

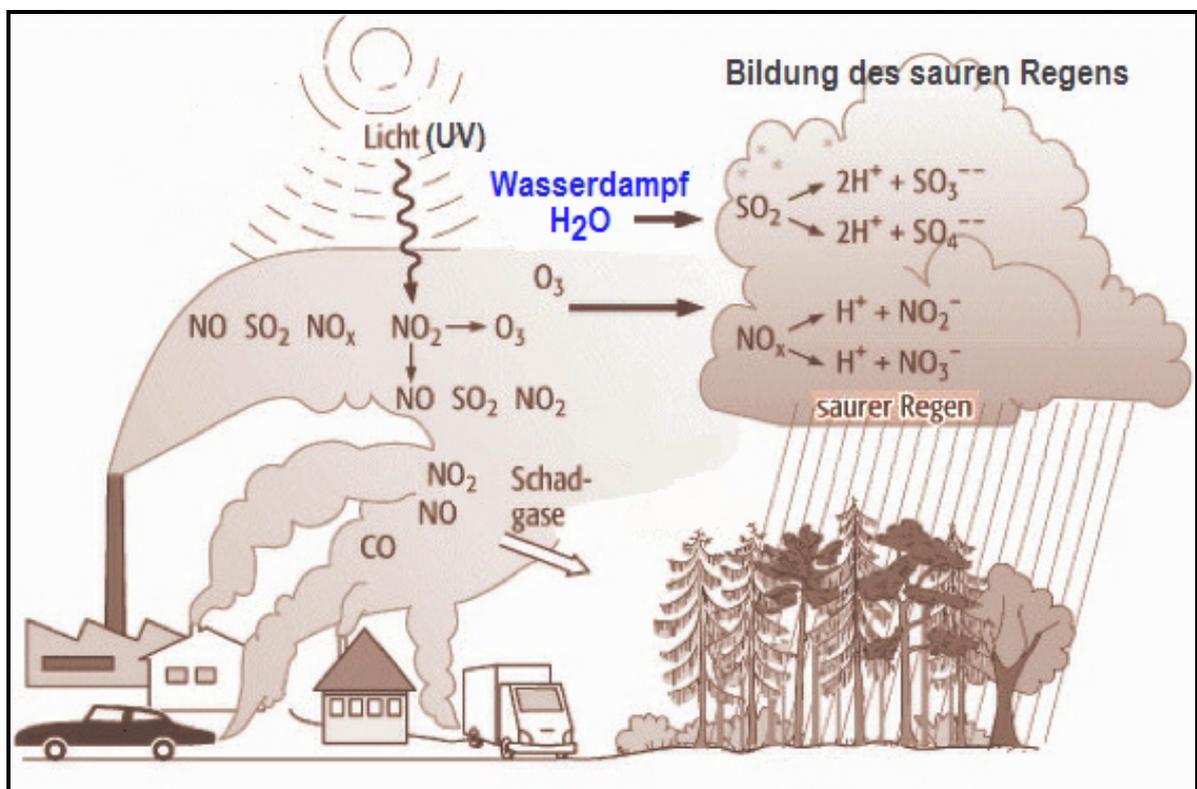
Das **Ozon** ist ein **Reizgas** für die Atemwege. Sehr oft treten auch Augen- und Kopfschmerzen auf.

Der saure Regen

Die Stickoxide (NO_x) reagieren mit Wasser (H_2O) zu Salpetersäure (HNO_3).

Schwefeldioxid (SO_2) reagiert mit Wasser (H_2O) zu Schwefelsäure (H_2SO_4).

Die dadurch übersäuerte Luft kann sich als ein so genannter **saure Regen** niederschlagen und verursacht u.a. ein verhängnisvolles **Waldsterben**.

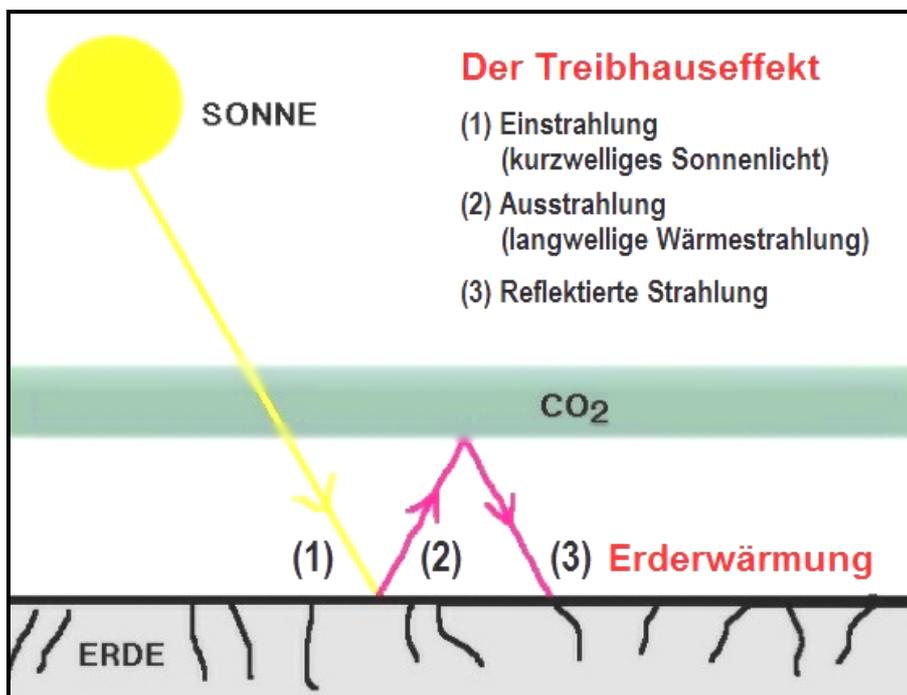


Die Erderwärmung

Kohlendioxid ist Endprodukt aus der Energiegewinnung durch Verbrennung von fossilen Rohstoffen (Kohle, Erdöl, Erdgas).

Das **Kohlendioxid** (CO_2) in der Atmosphäre lässt die kurzwellige Sonneneinstrahlung durch, verhindert aber die langwellige Wärmeabstrahlung der Erde, weil es diese teilweise absorbiert und wieder zur Erde zurück reflektiert. Dadurch wird eine Art von **Treibhaus** erzeugt.

Es gibt neben CO_2 auch noch andere Treibhausgase, z.B. Methan (CH_4). Dieses entsteht beim chemischen Abbau von organischem Material, beispielsweise im Magen von wiederkauenden Rindern und Schafen oder auch in Mülldeponien.



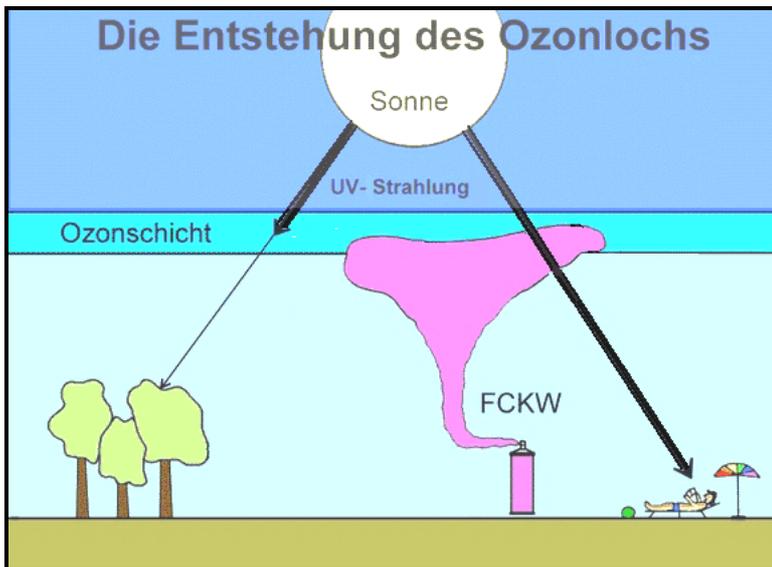
Durch diesen sogenannten **Treibhauseffekt** kommt es zur Erwärmung der Erde. Das Eis an den Polkappen schmilzt und der Meeresspiegel steigt. Küstengebiete werden überschwemmt und versinken im Meer.

Die Erderwärmung führt auch zu einer Klimaveränderung mit negativen Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen. Beispielsweise kommt es zu einer verstärkten Austrocknung des Bodens oder zum Auftauen des Permafrost-Bodens im nördlichen Asien.

Das Ozonloch

Fluorchlorkohlenwasserstoffe werden als Treibgase in Spraydosen und als Kältemittel in Kühlgeräten verwendet.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (**FCKW**) zerstören in der äußeren Atmosphäre die Ozonschicht (O_3). Dort erfüllt das Ozon eine wichtige Schutzfunktion: Es verhindert den Einfall des gefährlichen **ultravioletten Lichtes** (UV) von der Sonne.



Warum zerstören die FCKW das Ozon?

Die Abbildung zeigt zwei chemische Reaktionen. In der ersten Reaktion reagiert ein Chloratom (CL) mit einem Ozonmolekül (O_3), um Chloroxid (ClO) und ein Sauerstoffmolekül (O_2) zu bilden. In der zweiten Reaktion reagiert das Chloroxid (ClO) mit einem weiteren Ozonmolekül (O_3), um ein Chloratom (Cl) und zwei Sauerstoffmoleküle (O_2) zu erzeugen. Dies illustriert den Katalysekreislauf, bei dem ein Chloratom wieder freigesetzt wird, um weitere Ozonmoleküle zu zerstören.

- UV-Strahlen trennen das Chlor-Atom vom FCKW-Molekül.
 - Chlor und Ozon reagieren. Ozon ist zerstört.
- Gleichzeitig entsteht Chloroxid, das auch mit Ozon reagiert.
 - Ozon wird zerstört und dabei werden Chlor-Atome frei.
 - Die Kettenreaktion zerstört das Ozon.

Durch **FCKW** wird die erdferne Ozonschicht chemisch abgebaut (Ozonloch). Dann gelangt mehr UV-Strahlung zur Erde und eine Folge davon ist eine wachsende Anzahl von Erkrankungen, beispielsweise Hautkrebs.

Die Pestizide

Pestizide sind chemische Stoffe, die als "Pflanzenschutzmittel" zur Bekämpfung von bestimmten Schädlingen eingesetzt werden. *Akarizide* gegen Milben, *Bakterizide* gegen Bakterien, *Fungizide* gegen Pilze, *Herbizide* gegen Unkraut, *Insektizide* gegen Insekten.



Ihre Wirkungsweise ist unterschiedlich: sie hemmen das Wachstum bei den Zielorganismen, sie verändern die Durchlässigkeit der Zellmembranen, sie behindern die Erregungsleitung im Nervensystem.

Das grundsätzliche Problem ist, dass die Pestizide auch Schaden an Nicht-Zielorganismen bzw. Ökosystemen verursachen; z.B. wird "**Glyphosat**" von der Weltgesundheitsorganisation (**WHO**) als "*wahrscheinlich krebserregendes Pestizid*" eingestuft.

Andererseits können die eigentlichen Zielorganismen der Pestizide gegen diese Wirkstoffe "**Resistenzen**" ausbilden, so dass dann die Pestizide unwirksam werden (z.B. durch widerstandsfähige Bakterien).

Es gibt arsen-, phosphorsäure-, chlor- und nikotin-haltige Pestizide. Ein älterer Wirkstoff ist das **DDT** (DichlorDiphenylTrichlorethan).

Die Stoffaufnahme erfolgt über Einatmen (Atemgift), Essen (Fraßgift) oder mechanische Berührung (Kontaktgift).

Insektizide sind eine besondere Klasse von Pestiziden, welche der Bekämpfung von, für Pflanzen schädliche, Insekten dienen.

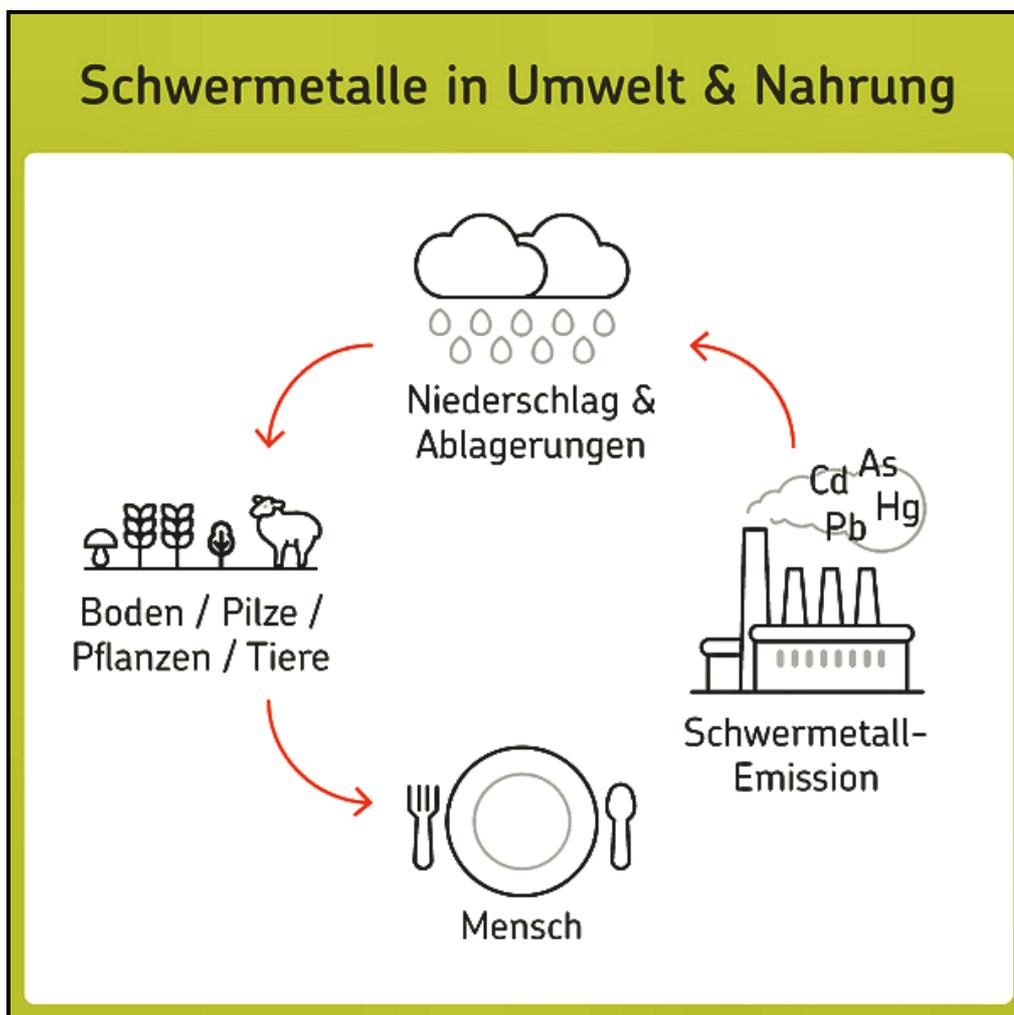


Die giftigen Spritzmittel vernichten nicht nur Schädlinge, sondern sind durch Anreicherung in Boden und Wasser auch ein Risiko für Mensch und Umwelt. Die nicht abgebauten Rückstände der Insektizide bedrohen unsere Artenvielfalt, beispielsweise führt der weltweite Einsatz von "**Neonicotinoiden**" zu einem Sterben der Bienenvölker.

Die Schwermetalle

Schwermetalle sind Stoffe mit einer Dichte größer als 5.5 g/cm^3 . Sie können als geringe Spurenelemente in der Nahrung positive Wirkungen für unsere Gesundheit haben. Erst in einer erhöhten Dosierung werden sie gefährlich, z.B. Zink (Zk) oder Kupfer (Cu).

Schwermetalle wie Blei (Pb), Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und auch Halbmetalle wie Arsen (As) sind schon in sehr kleinen Mengen langfristig gesundheitsschädlich.



Die Schwermetalle können durch die Industrie freigesetzt werden, vor allem beim Bergbau und beim Metallschmelzen.

Sie befinden sich aber oft auch in den Wasserleitungen der Haushalte (Blei), wo es dann zu einer langfristigen Abgabe von Metallpartikeln ins Trinkwasser kommt.

Gelangen bestimmte Schwermetalle über die Nahrung und das Trinkwasser in den menschlichen Körper, dann können sie häufig durch Nieren und Darm nicht mehr ausgeschieden werden und gelangen weiter ins Blut.

Auf diese Weise werden sie in verschiedenen Organen angelagert (z.B. in Knochen und Leber). Dort können sie dann Langzeitschäden verursachen, welche in der Grafik dargestellt sind.



Herz-/Kreislauf-Erkrankungen, Tumor-Erkrankungen (Krebs), ALS = Amyothrope Lateralsklerose (eine degenerative Nerven-Muskel-Krankheit), Alzheimer = Allgemeine Demenzerkrankung, Parkinson = Schüttellähmung (eine degenerative Erkrankung von Gehirn und Nervensystem).

Die Waldrodung



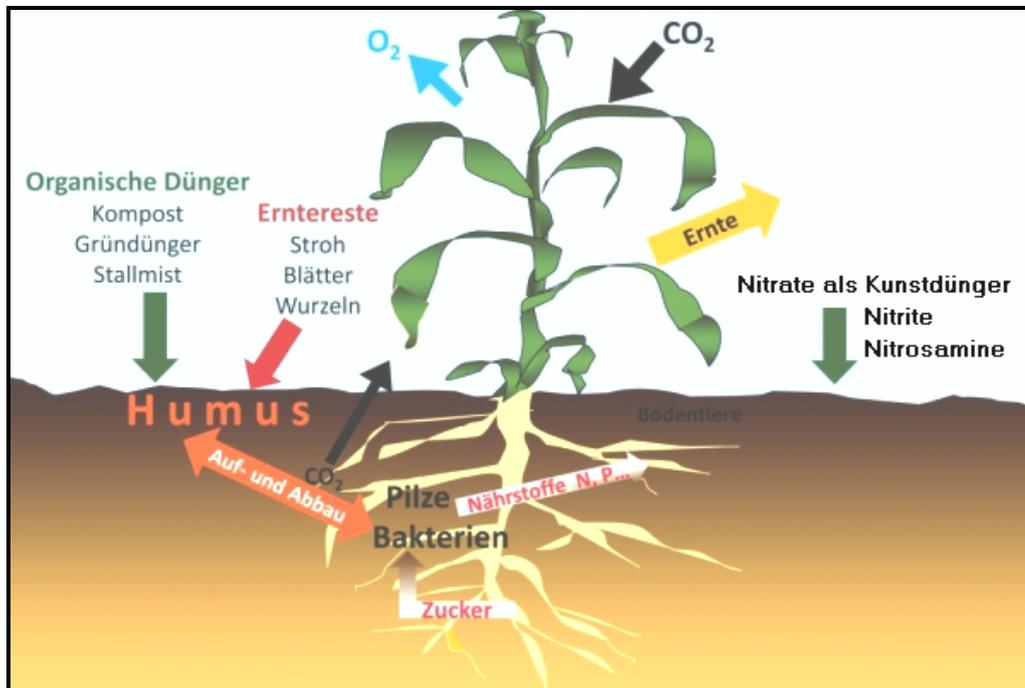
Der Wald ist der größte CO_2 -Speicher. Die grünen Blätter von Pflanzen und Bäumen nehmen das Kohlendioxid CO_2 aus der Luft auf. Mit dem Wasser H_2O aus dem Boden läuft bei Lichtzufuhr die Photosynthese ab. Diese chemische Reaktion liefert dann als Endprodukte Sauerstoff O_2 und Zucker ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), in welchem der Kohlenstoff C gebunden ist. In der Folge wird der Kohlenstoff als Gerüstmolekül weiter verwendet zum Aufbau der gesamten organischen Masse (Wurzeln, Stamm, Zweige, Blätter, Früchte). Über die Wurzeln wird ein Teil des CO_2 an den Boden abgegeben und dort in verschiedener Form gespeichert. Die oberste Schicht des Erdbodens, in welcher sich auch viele Bakterien, Pilzen und Kleinlebewesen befinden, bildet den **Humus**, der neben dem Wald als großer Kohlenstoffspeicher dient. Wenn die organische Masse abstirbt, dann wird sie von den Mikroorganismen im Erdboden zerlegt und chemisch abgebaut. Der Kohlenstoff wird wieder durch Oxidation in CO_2 umgewandelt, welches in die Atmosphäre entweicht. Damit ist der dynamische Kohlenstoff-Kreislauf geschlossen.

Je mehr Wald vorhanden ist und je stärker die Humusschicht ist, umso mehr CO_2 kann gespeichert werden.

Brandrodung und Abholzung von Waldgebieten führen dazu, dass immer mehr landwirtschaftlich genutzte Agrarflächen und Weidegebiete entstehen. Südamerika und Afrika haben seit 1990 ca. 15% ihrer Waldflächen verloren. Der größte Regenwald im Amazonas-Gebiet von Brasilien hat in dieser Zeit ca. 350 000 km^2 eingebüßt. Das entspricht ungefähr einer viermal so großen Fläche wie Österreich !

Der Humusabbau

Die Grafik zeigt die biologisch wichtige Humus-Schicht am Erdboden.



Um den Ertrag und damit auch den Gewinn zu erhöhen, wird in der Landwirtschaft Kunstdünger eingesetzt. Dabei handelt es sich meistens um künstlich hergestellte stickstoffhaltige Salze (**Nitrate**). Diese sind förderlich für das Wachstum der angebauten Pflanzen (Protein-Bildung).

Bei Überdüngung können die Nitrate zu einer verstärkten Emission von klimaschädlichen Stickstoffoxiden (NO , NO_2) durch den Erdboden führen. Sie werden auch verstärkt in die giftigen Nitrite umgewandelt, welche in das Trinkwasser gelangen können, und welche die Ausgangsstoffe für die Bildung von krebserregenden Nitrosaminen sind.

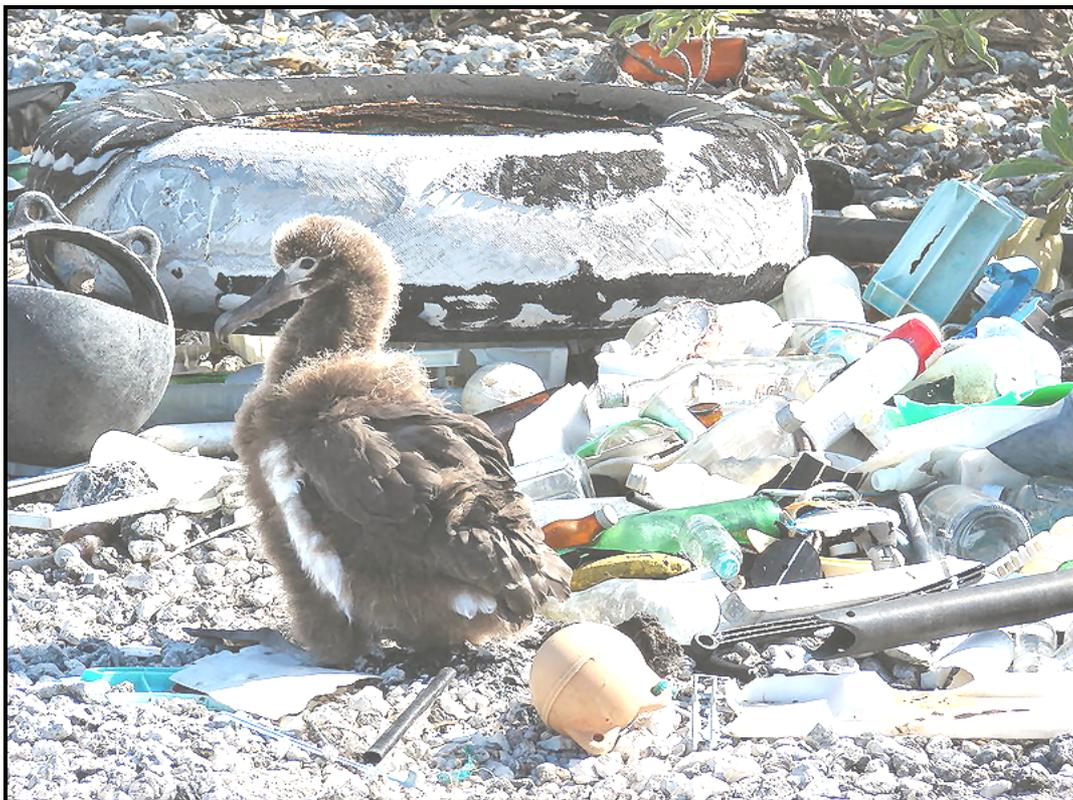
Die Bewirtschaftung der Agrarflächen mit nur einer Pflanzenart (Monokulturen) vermindert auch die Vielfalt der Mikroorganismen im Boden und bewirkt dadurch einen **Humusabbau**.

Eine weitere Verursachung des Humusabbaus ist die ansteigende Hitze und die damit verbundene Austrocknung des Erdbodens, welche nachhaltig die Biomasse im Boden zerstören.

Ein gezielter **Humusaufbau** kann erreicht werden durch Vermeidung der aufgezählten Schädigungsursachen. Der Gewinn ist dann keine Geldmaximierung, aber ein fruchtbarer Boden, ein gesunder Wasserhaushalt und ein effektiver Klimaschutz.

Der Plastikmüll

Unter **Plastik** versteht man synthetische Kunststoffe, die man fast alle aus Erdöl gewinnt. Das Erdöl wird durch chemische Verfahren in verschiedene Kohlenwasserstoffe (C_xH_y) aufgespalten. Dann werden diese unter Beimengung von Zusatzstoffen (z.B. Farbstoffe, Weichmacher) zu großen Molekülen chemisch zusammengefügt. Die im Alltag am häufigsten verwendeten Produkte sind **Plastikflaschen** und **Plastiksäcke**.

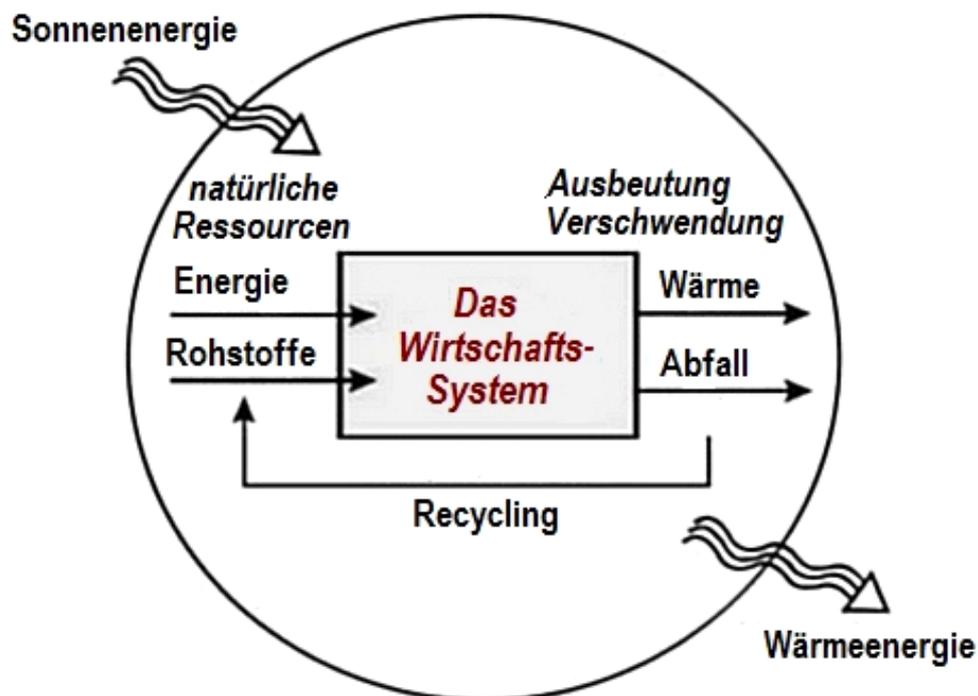


Das Problem ist die **Langlebigkeit** von Plastik. Wenn es in die Natur gelangt, dann zerfällt es im Laufe von Jahren in immer kleinere Teile. Diese **Plastik**-Partikel können jedoch durch die Mikroorganismen in der Natur nicht vollständig zersetzt werden und sammeln sich als **Plastikmüll** vor allem in den Gewässern und Meeren an. Dort können sie in die Nahrungskette gelangen. In den Körpern von Fischen und Tieren am Nordpol wurden bereits kleinste Plastik-Partikel (**Mikroplastik**) gefunden!

Die Ausbeutung

Zwischen Ökonomie (Wirtschaft) und Ökologie (Umwelt) besteht ein großer Konflikt. Zur Maximierung ihrer Gewinne betreibt die Wirtschaft **Raubbau** an natürlichen Ressourcen (Erdöl, Metalle,...), **Brandrodung** von Waldgebieten zur Schaffung von Agrarflächen, **Überfischung** von Meeresgebieten, **Massentierhaltung** zur Fleischversorgung, **Monokulturen** in Land- und Forstwirtschaft, **Humusabbau** in Erdböden durch Monokulturen und Kunstdüngung,

.....
Die durch eine hemmungslose Industrialisierung erzeugten Abfälle und Schadstoffe verschmutzen und vergiften Luft, Wasser und Erde.

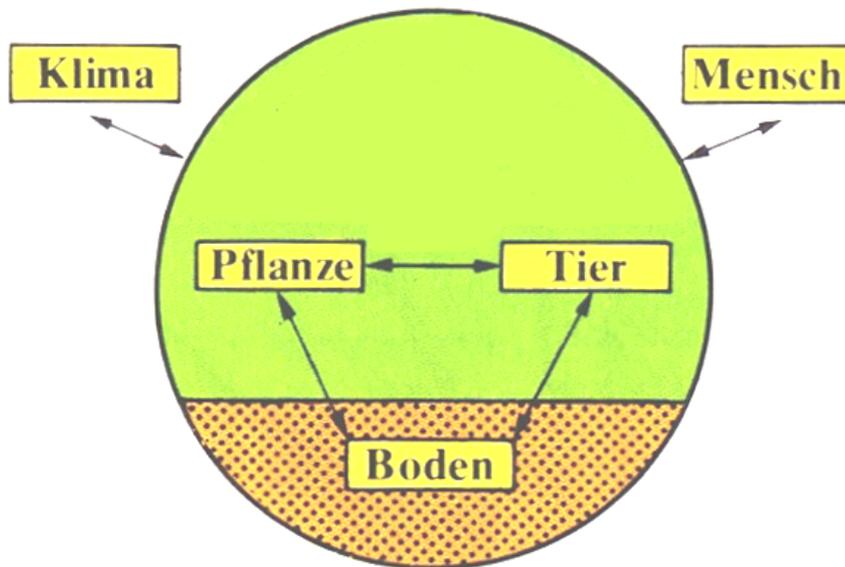


Natürliche Ressourcen werden durch die Ökonomie ausgebeutet und enden zum Schluss als Abfall und Verschmutzung. Auf diese Weise zerstört der Mensch seine Umwelt.

Abhilfe schaffen würde eine **ökologische Ökonomie**, welche die natürlichen Ressourcen achtsam und vernünftig so verwendet, dass die Bedürfnisse des Menschen erfüllt werden können. Das Ziel ist die „**Erhaltung einer lebenswerten Umwelt**“.

(5) Die Erde als Ökosystem

Der Mensch lebt nicht alleine auf der Erde, sondern in Beziehung zu anderen Lebensformen.



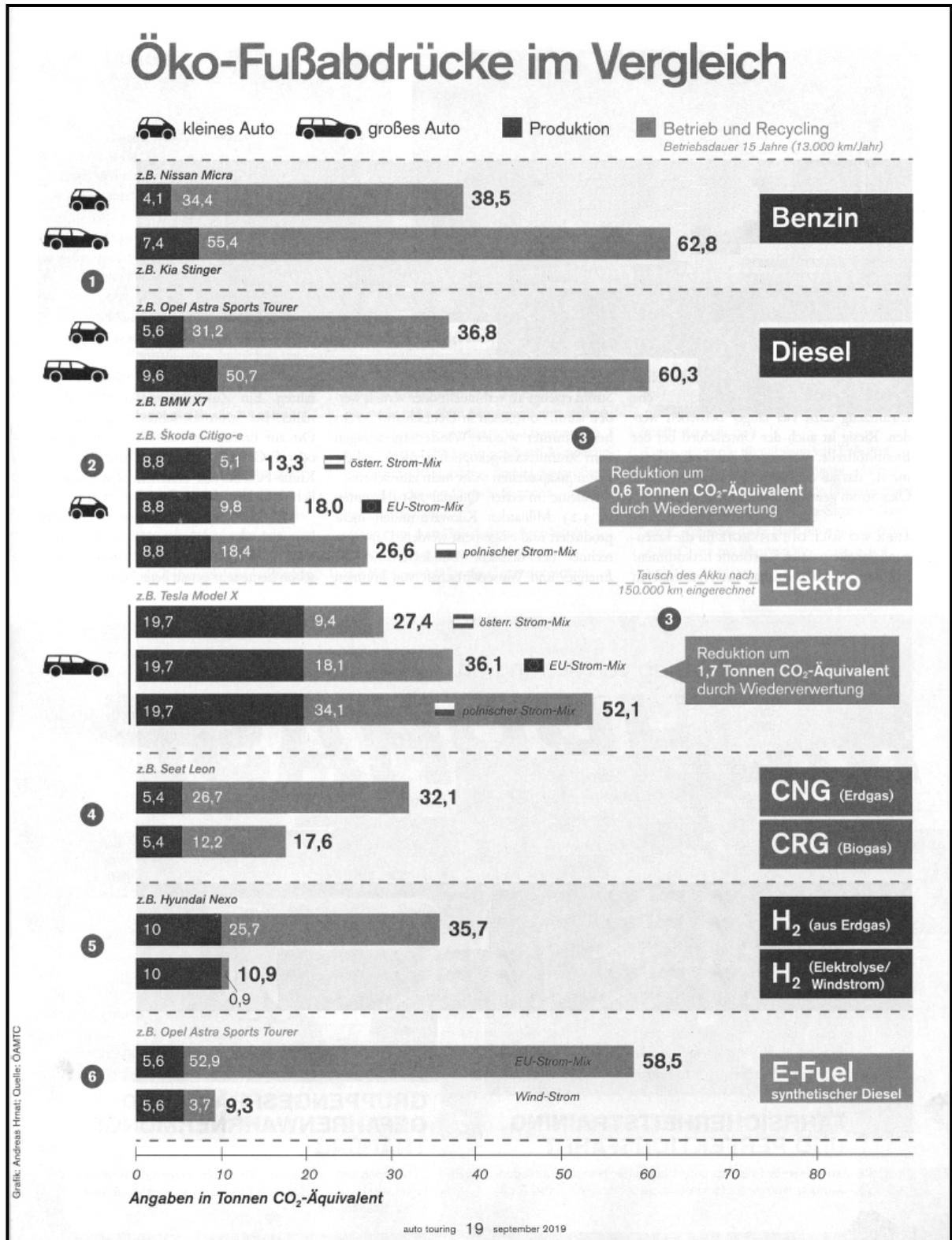
Dieses **Ökosystem** gerät durch den Menschen und durch die produzierten Giftstoffe und Müllmengen immer mehr aus dem Gleichgewicht. Es kommt auch zu einer drastischen Reduktion der Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren.

Es ist höchste Zeit für eine Wende, eine Wende von der Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen (Kohle, Erdöl) zu alternativen Energiequellen (Wind, Sonne). Eine Wende zum effektiven und nachhaltigen Klimaschutz. Eine Wende aber auch zu einer biologischen Landwirtschaft ohne chemisch-synthetische Pestizide und ohne überdüngte Monokulturen.

Eine Wende zum umweltfreundlichen Konsumverhalten ohne **Plastik-Verpackungen** und mit **Müll-Trennung**. Erst so ist ein Recycling (Wiederverwertung) möglich.

Ein unbedingtes Bildungsziel in allen Schulen sollte ein **tiefer Respekt** vor unserer Natur sein!

(6.1) CO₂-Bilanz des Autoverkehrs (ein Beispiel für vernetztes Denken)



Der ÖAMTC entwickelte ein Expertentool zur Klimabilanz eines Autolebens. Dabei werden die klimarelevanten CO₂-, Methan- und NO_x-Emissionen berücksichtigt und dann in CO₂-Äquivalente umgerechnet.

Dabei gibt es kein „Standard-Auto“. Innerhalb eines Antriebskonzeptes kann vielfältig differenziert werden: Gewicht, Leistung, Verbrauch, Akku-Größe bei E-Autos. Interessant wird es dann, wenn bei den E-Autos die unterschiedlichen Stromerzeugungsarten berücksichtigt werden, oder bei der Brennstoffzelle die Herstellungsmethode des Wasserstoffs.

Beispielsweise ist in Polen die CO₂-Bilanz des E-Autos deutlich schlechter, weil in Polen der Strom vielfach in Kohlekraftwerken erzeugt wird – während in Deutschland viel häufiger alternative Energiequellen (z.B. Windräder) benutzt werden.

Ein zusätzliches Problem ist die Tatsache, dass mit dem weiteren Ausbau der regenerativen Stromproduktion immer öfter mehr Strom erzeugt als verbraucht wird.

Die Wasserstoff-Technologie

Eine Zukunfts-Technologie rückt näher: Bei regenerativer Produktion von Strom wird ein anfallender Stromüberschuss vor Ort auf die **elektrolytische Erzeugung** ($2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$) von Wasserstoff (H₂) umgeschaltet, welcher dann in Tanks abgefüllt wird.

In verschiedenen Fahrzeugen (Autos, Schiffe, Flugzeuge) wird der Wasserstoff (H₂) aus den mitgeführten Tanks mit dem Sauerstoff (O₂) aus der Luft in eigenen Brennstoffzellen oxidiert. Bei dieser **Umkehrung der Elektrolyse** wird Strom erzeugt, der dann zum Elektromotor weitergeleitet wird. Als Endprodukt entsteht **nur** Wasser (H₂O). Die hier beschriebenen Brennstoffzellen ersetzen die Akkus der herkömmlichen Elektrofahrzeuge.

Der mit der Kombination aus Brennstoffzelle und Elektromotor erzielte Wirkungsgrad ist höher als jener von Benzin- und Diesel-Motoren.

(6.2) Alternative Energiequellen

Bei der Stromerzeugung aus Windenergie werden Windräder (auch offshore) verwendet.

Bei der Stromerzeugung aus Sonnenenergie werden Solaranlagen (Photovoltaik) verwendet.



----- **vorläufiges Ende** -----

